

PCT/JP03/09326

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

23.07.03

REC'D 12 SEP 2003

WIPO

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 7月23日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-213297
[ST. 10/C]: [JP2002-213297]

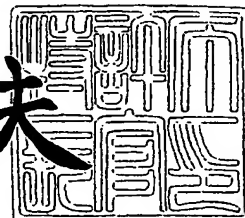
出 願 人
Applicant(s): 株式会社日立メディコ

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 MD2002-015

【提出日】 平成14年 7月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 6/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立
 メディコ内

 【氏名】 菅野 修二

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立
 メディコ内

 【氏名】 池田 重之

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区内神田1丁目1番14号 株式会社日立
 メディコ内

 【氏名】 中村 正

【特許出願人】

 【識別番号】 000153498

 【氏名又は名称】 株式会社日立メディコ

【代理人】

 【識別番号】 100083116

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松浦 憲三

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012678

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9600939

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 画像処理装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像のある方向に対してエッジを保存しながら低周波数成分を抽出するエッジ保存型リカーシブフィルタと、

前記エッジ保存型リカーシブフィルタの出力に応じて前記入力画像の低周波数成分を圧縮する量を設定する低周波数成分圧縮量設定手段と、

前記低周波数成分圧縮量設定手段の出力値を用いて前記入力画像の低周波数成分を圧縮する低周波数成分圧縮手段と、

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は画像処理装置に係り、特に画像診断装置等の計測部で収集した画像の低周波数成分を圧縮することで、画像の細部（カテーテル、ガイドワイヤー、血管等）のコントラストを強調する画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の X 線画像診断装置等によって得られた医用画像において、ガイドワイヤー、カテーテル、及び血管等のコントラストを強調するために、前記医用画像に対してダイナミックレンジ圧縮処理（DRC 処理）が施されている。ここで、DRC 処理とは、入力画像の低周波数成分を圧縮する処理である。

【0003】

DRC 処理における低周波数成分の抽出には、例えば、Finite Impulse Response(FIR)フィルタ（特開平 2 - 2 2 6 3 7 5 号公報）や、Infinite Impulse Response(IIR)フィルタ（リカーシブフィルタとも呼ばれる）を使用する方式（特開平 9 - 1 8 2 0 9 3 号公報）がある。

【0004】

FIR フィルタには、カーネルサイズが水平方向に N 画素、垂直方向に N 画素

からなる正方形の形状である平均値フィルタがある。この正方形のカーネルである平均値フィルタは、注目画素に対して近隣する画素の値の平均を出力するものである。そして、この正方形のカーネルである平均値フィルタ処理では、1つの注目画素の出力値を得るために、カーネル内の全画素（ $N \times N$ 画素）の総和を計算する必要がある。また、入力画像が 1024×1024 画素の場合、カテーテル（幅10画素程度）等のコントラストを向上させるためには、DRC処理における平均値フィルタのカーネルサイズは30画素程度の大きさが必要である。従って、 $N \times N$ 画素の平均値フィルタを用いたDRC処理は、計算量が非常に大きく、X線透視画像のような動画に対する実時間処理には適していない。

他方、リカーシブフィルタは、前回の平滑化処理結果を用いて今回の平滑化処理を行う帰還形のフィルタであり、FIRフィルタと比較して少ない計算量で低周波数成分を効率良く抽出できるものである。

【0005】

また、上下左右方向のリカーシブフィルタとは、入力画像に対して上下左右に往復させて合計4回のリカーシブフィルタ処理を適用し、位相歪みのないぼけ画像を得るものである（特開平9-182093号公報）。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、入力画像に対して上下左右に往復させて合計4回のリカーシブフィルタ処理を施す従来のリカーシブフィルタでは、1つの注目画素の出力値を得るためには、1フレーム分の画像データが入力されるまでの時間が最低限必要である。このように、上下左右方向のリカーシブフィルタを用いたDRC処理は画像処理の遅延が大きいため、実時間処理には適していない。

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、画像処理の遅れが小さく、計算量が小さく、処理画像に黒つぶれのようなアーチファクトが生じず、そしてカテーテル等の画像細部のコントラストを大きく向上できるような画像処理装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために請求項 1 に係る入力画像のある方向に対してエッジを保存しながら低周波数成分を抽出するエッジ保存型リカーシブフィルタと、前記エッジ保存型リカーシブフィルタの出力に応じて前記入力画像の低周波数成分を圧縮する量を設定する低周波数成分圧縮量設定手段と、前記低周波数成分圧縮量設定手段の出力値を用いて前記入力画像の低周波数成分を圧縮する低周波数成分圧縮手段と、を備えたことを特徴としている。

【0 0 0 9】

即ち、前記エッジ保存型リカーシブフィルタは、入力画像に対して少なくとも 1 方向（例えば、画像の垂直方向）のエッジを保存しながら平滑化したぼけ画像（即ち、低周波数成分）を出力する。この低周波数成分は、低周波数成分圧縮量設定手段によって適宜の量に圧縮されて出力される。そして、低周波数成分圧縮手段は、入力画像から低周波数成分圧縮量設定手段の出力値を減算等することにより、入力画像の低周波数成分を圧縮する。前記エッジ保存型リカーシブフィルタは、入力画像の 1 ライン分の入力時間の遅れで入力画像の低周波成分を抽出することができるため、D R C 処理は画像処理の遅延が小さく、実時間処理が可能であり、計算量も少なくて済む。

【0 0 1 0】

また、前記エッジ保存型リカーシブフィルタにおいて、入力画像と 1 ライン前の出力画像との差分値の大きさに応じて帰還率を変化させ、逆に差分値の絶対値が小さい程平滑化強度を強くし、差分値の絶対値が大きい程、平滑化強度を弱くするように帰還率を変化させることで、位相歪みによる影響（特に入力画像の立ち下がりの低輝度部分の D R C 処理による黒つぶれのようなアーチファクト）が生じず、カテーテル等の画像細部のコントラストの向上を図っている。

【0 0 1 1】

更に、複数方向のエッジを保存しながら平滑化したぼけ画像を出力する複数のエッジ保存型リカーシブフィルタを設け、各エッジ保存型リカーシブフィルタの出力を合成することで、位相歪みをさらに低減することができる。

【0 0 1 2】

【発明の実施の形態】

以下添付図面に従って本発明に係る画像処理装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【0013】

図1は本発明に係る画像処理装置の実施の形態を示す要部ブロック図である。

【0014】

同図に示すように、この画像処理装置10は、エッジ保存型リカーシブフィルタ12と、ルックアップテーブル(LUT)14と、遅延回路16と、減算器18とから構成されている。

【0015】

この画像処理装置10における入力画像は、例えばX線透視撮影装置等の場合では、イメージインテンシファイアとCCDカメラ、あるいはX線平面センサ等を含むX線画像計測部で計測されたデジタル画像である。このデジタル画像は、例えば、1024×1024画素、4096階調、30フレーム/秒の動画として連続的に出力される透視画像である。あるいは、リアルタイムで収集される超音波診断装置の画像でも良い。

【0016】

上記入力画像は、画像処理装置10のエッジ保存型リカーシブフィルタ12及び遅延回路16に入力する。

【0017】

次に、エッジ保存型リカーシブフィルタ12について説明する。

【0018】

図2は上記エッジ保存型リカーシブフィルタ12の構成例を示すブロック図である。このエッジ保存型リカーシブフィルタ12は、ラインメモリ120、128、減算器122、LUT124及び加算器126から構成されている。

【0019】

まず、1フレームごとの入力画像が入力される前に、ラインメモリ128のすべてのアドレスに値0を設定する。次に、入力画像の第1ライン(最上部)のラインデータがラインメモリ120に格納される。減算器122は、ラインメモリ

120から出力される画像データ $f(t)$ からラインメモリ 128から出力される1ライン前の対応するアドレスの画像データ $g(t-1)$ を減算し、その差分値 d を LUT 124に出力する。

【0020】

LUT 124には、事前に全ての差分値 d (例えば、 $d = -4095, \dots, 4095$) に対してエッジ保存型リカーシブフィルタ 12におけるフィルタ係数 k を乗じた値 ($k * d$) が記憶されており、LUT 124は、入力する差分値 d に対応するテーブル値 ($k * d$) を読み出し、これを加算器 126に出力する。加算器 126の他の入力には、ラインメモリ 128から出力される画像データ $g(t-1)$ が加えられており、加算器 126はこれらの2入力を加算し、その加算値をぼけ画像を示す画像データ $g(t)$ として出力する。また、この画像データ $g(t)$ は、ラインメモリ 128に加えられ、ここで1ライン分遅延された画像データ $g(t-1)$ として出力される。

【0021】

上記エッジ保存型リカーシブフィルタ 12の作用を式で表すと、次式となる。

【0022】

【数1】

$$\begin{aligned} g(t) &= k \cdot d + g(t-1) \\ &= k \{ f(t) - g(t-1) \} + g(t-1) \\ &= k \cdot f(t) + (1 - k) \cdot g(t-1) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

上記式(1)で、 $(1 - k)$ は帰還率を表し、この帰還率が大きい程 (k が0に近づく程)、平滑化強度が大きくなり、帰還率が小さい程 (k が1に近づく程)、平滑化強度が小さくなる。そして、 $k = 1$ の場合には、エッジ保存型リカーシブフィルタ 12は、平滑化を行わずに入力値をそのまま出力する。

【0023】

次に、LUT 124の一例を図3に示す。同図に示すように、差分値 d が小さい場合 (非エッジの場合) には、傾き (=フィルタ係数) k が低く設定 (例えば、 $k = 1/64$ に設定) され、差分値 d が大きい場合 (エッジの場合) には、傾き k が大きく設定 (例えば、 $k = 1$ に設定) されている。

【0024】

上記エッジ保存型リカーシブフィルタ12の出力は、図1のLUT14に加えられる。LUT14には、入力画像の低周波数成分に応じた低周波数成分の圧縮特性を設定することができる。このLUT14は、例えば、 $y = \alpha x$ (x : 入力、 y : 出力、低周波数成分圧縮率 $\alpha = 0.2$) のような入出力特性とすればよい。

【0025】

尚、低周波数成分圧縮量設定手段には、前記のLUT14以外に、例えばビットシフト演算器を用いてもよく、この場合のビットシフト量は2ビット ($\alpha = 1/4$) 程度にすればよい。

【0026】

LUT14の出力は、減算器18に加えられる。減算器18の他の入力には、遅延回路16を介して入力画像が加えられている。尚、遅延回路16は、入力画像とその入力画像に対するぼけ画像との時間を合わせるためのもので、エッジ保存型リカーシブフィルタ12のラインメモリ120等によって遅延される時間相当だけ入力画像を遅延させている。

【0027】

減算器18は、入力画像からLUT14の出力画像(ぼけ画像)を減算し、入力画像から低周波数成分を圧縮した画像を出力する。この減算器18の出力である出力画像は、図示しないD/A変換器によりデジタル信号からアナログ信号に変換され、CRT等のモニタに表示される。

【0028】

上記のようなダイナミックレンジ圧縮処理により、入力画像が例えば4096階調の場合、出力画像は凡そ3277階調 ($= 4096 \times (1 - 0.2) + 1$) となり、また、X線透視像内でハレーションしやすい肺野において、低周波数成分が大きく圧縮されるため、ハレーションが抑制され、また、カテーテル、ガイドワイヤ、血管等のコントラストが向上する。

【0029】

図4は本発明に係る画像処理装置の他の実施の形態を示す要部ブロック図である。尚、図1に示した画像処理装置10と共通する部分には同一の符号を付し、

その詳細な説明は省略する。

【0030】

図4に示す画像処理装置100は、3つのエッジ保存型リカーシブフィルタ12-1、12-2、12-3と、平均処理部13と、LUT14と、遅延回路16と、減算器18とから構成されている。

【0031】

3つのエッジ保存型リカーシブフィルタ12-1、12-2、12-3は、それぞれ入力画像に対して45°方向（左下方向）、90°方向（下方向）、135°（右下方向）のエッジを保存しながら平滑化したぼけ画像を出力するもので、図5に構成例を示す。

【0032】

図5に示す構成例は、図2に示した構成例と比較してラインデータシフト演算器127を有する点で相違する。尚、他の構成は、図2に示した構成と同一であるため、その詳細な説明は省略する。

【0033】

図5において、ラインデータシフト演算器127は、シフト量 β に応じてラインデータをシフトするもので、45°方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ12-1のラインデータシフト演算器127には、シフト量 $\beta = -1$ （左1画素シフト）が固定的に設定されている。

【0034】

45°方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ12-1のラインデータシフト演算器127は、加算器126の出力ラインデータ（ぼけ画像）を左に1画素シフトしたラインデータをラインメモリ128に格納し、1ラインの最も右側の画素に関しては、例外的に0を出力する。これにより、45°方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ12-1の出力ラインデータは、45°方向の平滑化処理の出力となる。

【0035】

90°方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ12-2のラインデータシフト演算器127には、シフト量 $\beta = 0$ が固定的に設定される。この場合のエッジ保存型

リカーシブフィルタ 12-2 のラインデータシフト演算器 127 は、加算器 126 の出力をそのままラインメモリ 128 に格納させる。これにより、90° 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-2 の出力ラインデータは、90° 方向の平滑化処理の出力となる。尚、エッジ保存型リカーシブフィルタ 12-2 のラインデータシフト演算器 127 は、図 2 に示したように省略することができる。

【0036】

135° 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-3 のラインデータシフト演算器 127 には、シフト量 $\beta = 1$ (右 1 画素シフト) が固定的に設定されている。135° 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-3 のラインデータシフト演算器 127 は、加算器 126 の出力ラインデータ (ぼけ画像) を右に 1 画素シフトしたラインデータをラインメモリ 128 に格納し、1 ラインの最も左側の画素に関しては、例外的に 0 を出力する。これにより、135° 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-3 の出力ラインデータは、135° 方向の平滑化処理の出力となる。

【0037】

上記 3 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-1、12-2、12-3 の各方向の出力画像は、平均処理部 13 に出力され、ここで平均値が計算される。平均処理部 13 は、3 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-1、12-2、12-3 の各出力値に重みを付けた後に加算平均するような荷重平均処理を行うようにしてもよい。例えば、エッジ保存型リカーシブフィルタ 12-2 に対する重みを 2 とし、エッジ保存型リカーシブフィルタ 12-1、12-3 の重みをそれぞれ 3 とし、これらの出力値の加算とビットシフト、(3 ビットシフト) の組み合わせで、3 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタ 12-1、12-2、12-3 の出力画像を合成することができる。

【0038】

次に、本発明に係る画像処理装置の効果を図 6 及び図 7 を用いて説明する。

【0039】

図 6 は入力画像と、3 方向のエッジ保存型リカーシブフィルタを用いた DRC 処理画像と、3 方向のリカーシブフィルタ (エッジ保存型でないリカーシブフィ

ルタ)を用いたDRC処理画像のプロファイルを示すグラフである。

【0040】

エッジ保存型でないリカーシブフィルタ処理画像の合成画像(ぼけ画像)の場合、入力画像に対する位相歪みのためにリカーシブフィルタの処理方向に対してエッジ近傍領域で、低周波数成分を減算し過ぎてしまい、DRC処理画像に黒つぶれ(画素値 $P=0$)が生じているが、本発明による3方向のエッジ保存型リカーシブフィルタを用いたDRC処理によれば、エッジ近傍領域の黒つぶれが低減する。

【0041】

また、図7に示すように、3方向のエッジ保存型リカーシブフィルタを用いたDRC処理画像のコントラスト $C2$ は、3方向のエッジ保存型ではないリカーシブフィルタを用いたDRC処理画像のコントラスト $C3$ と同程度に、入力画像のコントラスト $C1$ を向上させることができる。

【0042】

即ち、複数方向のエッジ保存型リカーシブフィルタを用いたDRC処理により、黒つぶれを抑制しながら、カテーテル等のコントラストを向上することができる。

【0043】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、画像処理の遅れが小さく、計算量が小さく、処理画像に黒つぶれのようなアーチファクトが生じず、そしてカテーテル等の画像細部のコントラストを大きく向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る画像処理装置の実施の形態を示す要部ブロック図

【図2】

図1に示したエッジ保存型リカーシブフィルタの構成例を示すブロック図

【図3】

図1に示したLUTの入出力特性を示すグラフ

【図 4】

本発明に係る画像処理装置の他の実施の形態を示す要部ブロック図

【図 5】

図 4 に示したエッジ保存型リカーシブフィルタの構成例を示すブロック図

【図 6】

本発明の効果（エッジ近傍領域の黒つぶれの抑制）を説明するために用いた図

【図 7】

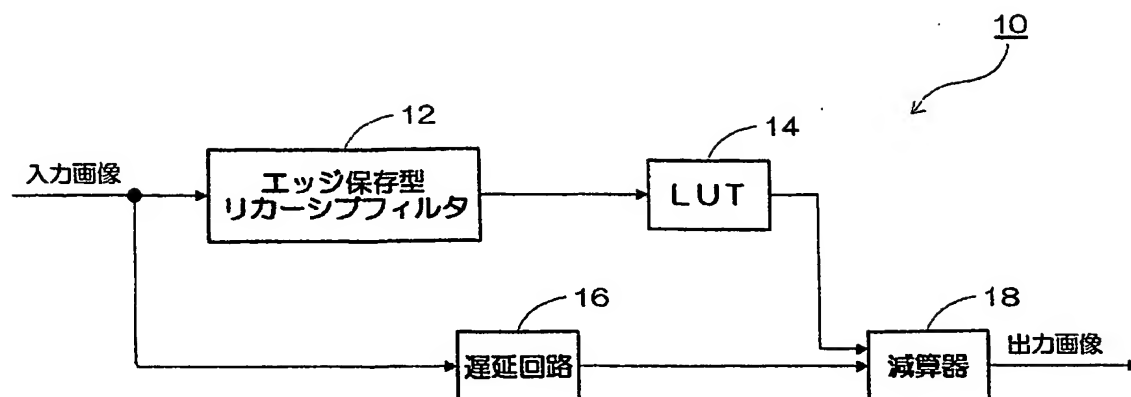
本発明の効果（カテーテルのコントラスト向上）を説明するために用いた図

【符号の説明】

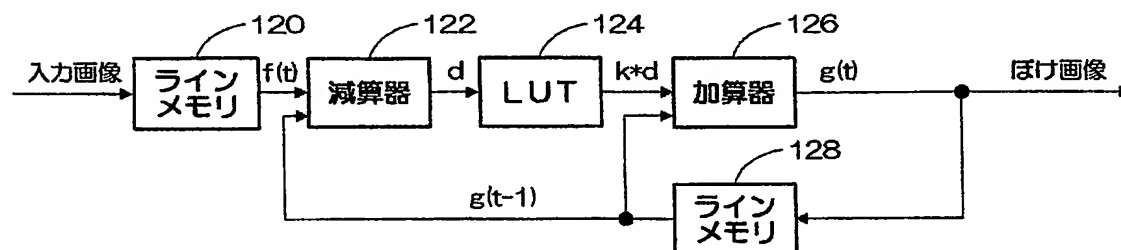
1 0、1 0 0…画像処理装置、1 2、1 2-1、1 2-2、1 2-3…エッジ保存型
リカーシブフィルタ、1 3…平均処理部、1 4、1 2 4…ルックアップテーブル
（L U T）、1 6…遅延回路、1 8、1 2 2…減算器、1 2 0、1 2 8…ライン
メモリ、1 2 6…加算器、1 2 7…ラインデータシフト演算器

【書類名】 図面

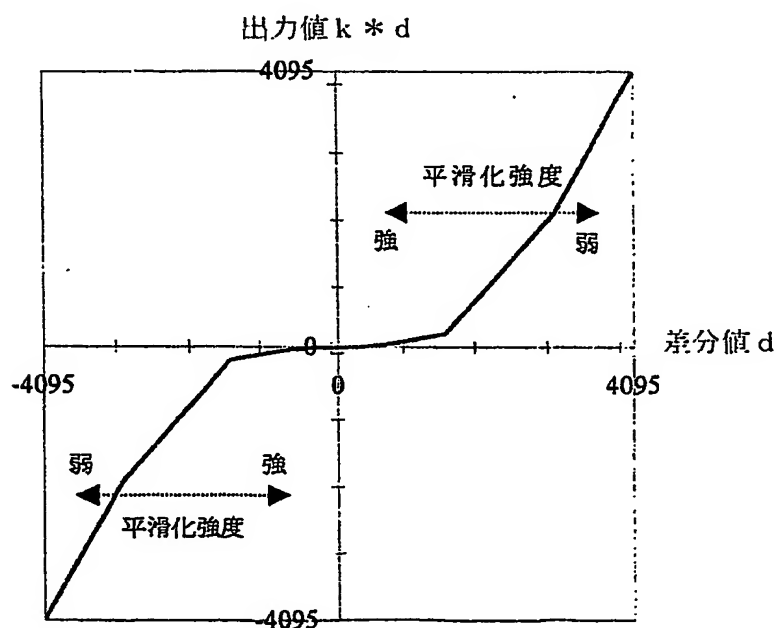
【図 1】



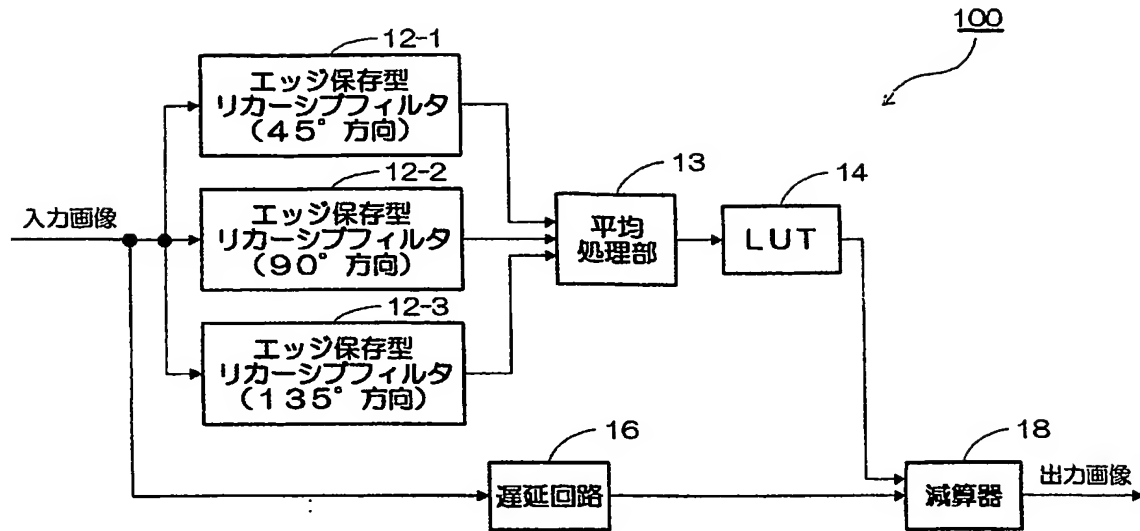
【図 2】



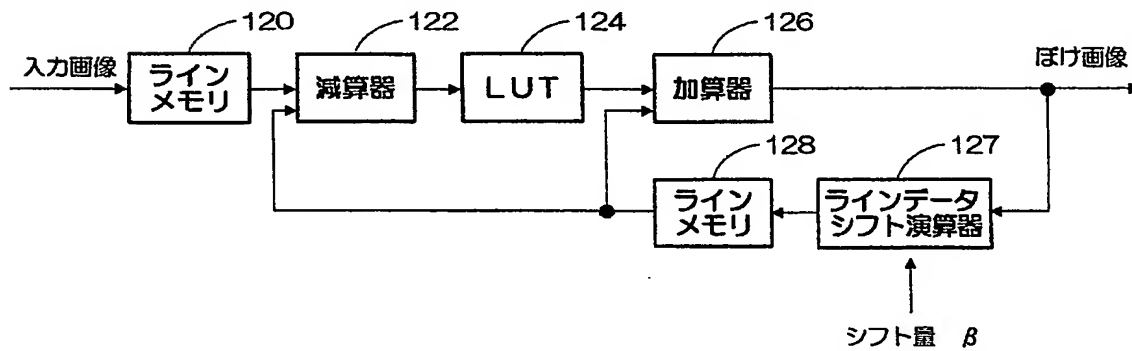
【図 3】



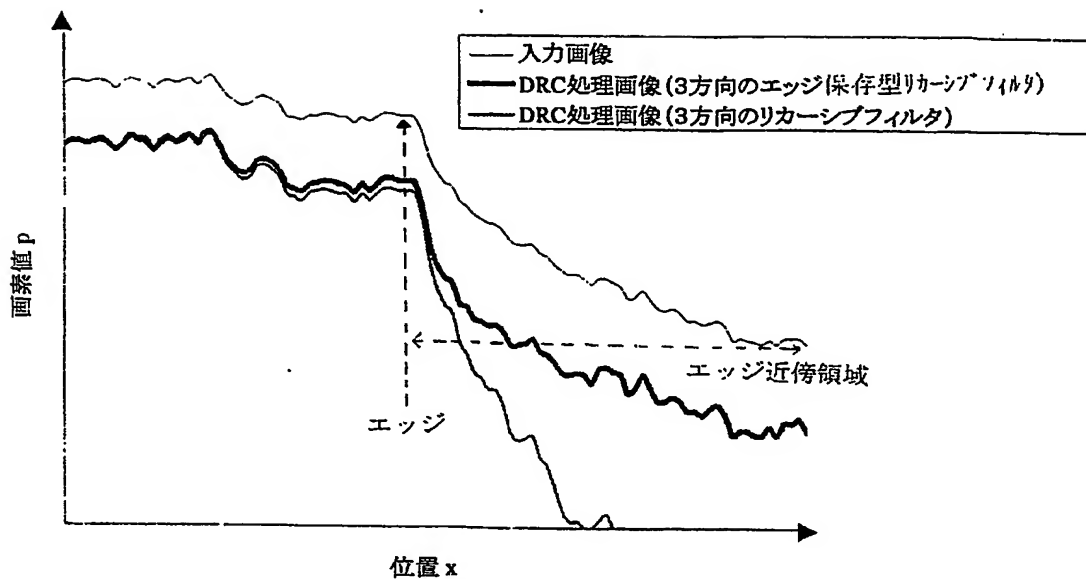
【図 4】



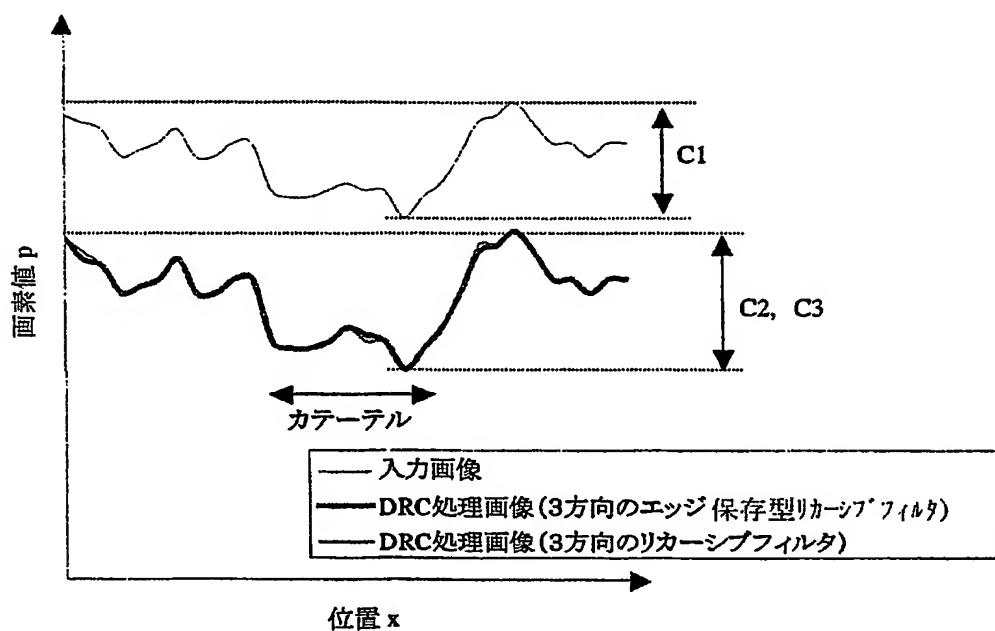
【図 5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像処理の遅れが小さく、計算量が小さく、処理画像に黒つぶれのようなアーチファクトが生じず、画像細部のコントラストの向上を図る。

【解決手段】 エッジ保存型リカーシブフィルタ 12 は、入力画像に対して少なくとも 1 方向（例えば、画像の垂直方向）のエッジを保存しながら平滑化しただけ画像（即ち、低周波数成分）を出力する。この低周波成分は、低周波数成分圧縮量設定手段としての LUT 14 によって適宜の量に圧縮されて出力される。そして、低周波数成分圧縮手段としての減算器 18 は、入力画像から LUT 14 の出力値を減算することにより、入力画像の低周波数成分を圧縮する。前記エッジ保存型リカーシブフィルタ 12 は、入力画像の 1 ライン分の入力時間の遅れで入力画像の低周波成分を抽出することができるため、DRC 処理は画像処理の遅延が小さく、実時間処理が可能であり、計算量も少なくて済む。

【選択図】 図 1

特願 2002-213297

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000153498]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

氏 名

株式会社日立メディコ